

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



## Opakovatelnost inkubačního chování kosa černého (*Turdus merula*)

Elizaveta Gordeeva

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí  
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

k získání titulu Bc. v oboru

Biologie a environmentální výchova pro vzdělávání /  
Geografie pro vzdělávání

Vedoucí práce: Doc. Mgr. Karel Weidinger, Dr.

Olomouc 2023



Gordeeva E. 2023. Opakovatelnost inkubačního chování kosa černého (*Turdus merula*) [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci. 47 s. 3 přílohy, česky.

### Abstrakt

Opakovatelnost je klíčovým konceptem při studiu evoluce chování, protože odhaluje, do jaké míry se chování různých jedinců liší. Cílem práce bylo vyhodnotit individuální variabilitu a opakovatelnost různých parametrů inkubačního chování u kosa černého. Práce je založena na analýze opakovaných videozáznamů (2 x 24 h) inkubačního chování – celkem 111 hnízd z urbánního (město Olomouc) a lesního (3 lokality) prostředí. Z výsledků studie vyplývá, že chování individuálních samic během inkubace (intenzita inkubace, délka směny, délka absence, délka denní aktivity a počet směn) je konzistentní a vykazuje stejné vzory, bez ohledu na délku intervalu mezi opakovaným pozorováním a typ prostředí, ve kterém pták hnízdí. Stejně tak bylo zjištěno, že i chování samců (počet návštěv a inkubačních krmení) je konzistentní, ale méně než u samic.

Klíčová slova: attentiveness, inkubace, inkubační krmení, kos černý, opakovatelnost inkubace

Gordeeva E. 2023. Repeatability of incubation behaviour of the European Blackbird (*Turdus merula*) [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University Olomouc. 47 pp. 2 Appendices. Czech.

### Abstract

Repeatability is a key concept in the study of behavioural evolution because it reveals the extent to which behaviour differs between individuals. The aim of the study was to evaluate the individual variability and repeatability of different parameters of incubation behaviour in the European blackbird. The work is based on the analysis of repeated video recordings (2 x 24 h) of incubation behaviour, a total of 111 nests from urban (Olomouc city) and forest (3 sites) environments were processed. The results of the study show that the behaviour of individual females during incubation (attentiveness, length of shift, length of absence, length of daily activity and number of shifts) is consistent and shows the same patterns, regardless of the length of the interval between repeated observations and the type of environment in which the bird nests. Similarly, male behavior (number of visits and incubation feedings) was also found to be consistent, but less so than for females.

Key words: attentiveness, blackbird, incubation, incubation feeding, repeatability of incubation

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. Mgr. Karla Weidingera, Dr., a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 27. července 2023

# Obsah

Seznam obrázků .....	7
Seznam tabulek .....	9
Úvod.....	1
Biologické aspekty inkubace.....	1
Inkubační chování .....	2
Opakovatelnost inkubačního chování .....	3
Modelový druh .....	4
Cíle práce .....	6
Materiál a metody .....	7
Výsledky .....	9
Změna chování mezi sledovanými dny inkubace .....	9
Korelace chování mezi opakovaně sledovanými dny inkubace.....	14
Opakovatelnost návštěvy samce a inkubačního krmení.....	18
Diskuze.....	23
Závěr .....	27
Literatura .....	28
Přílohy .....	33
Příloha A. Příklady inkubačního chování kosa černého .....	33
Příloha B. Návštěvy jiných druhů .....	34
Příloha C. Pedagogická část.....	35

## Seznam obrázků

Obrázek 1. Závislost změny intenzity inkubace na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	12
Obrázek 2. Závislost změny délky směny na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	12
Obrázek 3. Závislost změny délky absence v hnízdě na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	13
Obrázek 4. Závislost změny délky denní aktivity na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	13
Obrázek 5. Závislost změny počtu směn za hodinu na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	14
Obrázek 6 . Korelace intenzity inkubace mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	16
Obrázek 7. Korelace průměrné délky směny mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	16
Obrázek 8. Korelace průměrné délky absence mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	17
Obrázek 9. Korelace průměrné délky denní aktivity mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	17
Obrázek 10. Korelace počtu směn za hodinu mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	18
Obrázek 11. Návštěvy samce (M) na hnízdě a inkubační krmení v 1. a 2. den pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	19
Obrázek 12. Závislost změny počtu návštěv samce za hodinu na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	20
Obrázek 13. Závislost změny počtu inkubačních krmení za hodinu na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	20
Obrázek 14. Korelace počtu návštěv samce za hodinu mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	21
Obrázek 15. Korelace počtu inkubačního krmení za hodinu mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách. ....	21

Obrázek 16. Počty případů návštěvy samce (M) na hnízdě a počty případů inkubačního krmení v 1. a 2. den pozorování..... 22



## Seznam tabulek

Tabulka 1: Souhrnné popisné charakteristiky inkubačního chování kosa černého.. .....	10
Tabulka 2. Změna chování mezi opakovaným pozorováním stejného hnízda (včetně 95% intervalu spolehlivosti) a závislost této změny na délce intervalu mezi pozorováním.. .....	11
Tabulka 3. Korelace chování kosa černého v různých dnech pro jednotlivé lokality a společně.....	15

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěla poděkovat panu doc. Mgr. Karlu Weidingerovi, Dr. za odborné vedení mé práci, za čas, který mi věnoval při konzultacích a za cenné rady.

V Olomouci, 27. července 2023

# Úvod

## Biologické aspekty inkubace

Inkubace je biologický proces, který umožňuje přenos tepla z těla samice na snesené vejce (Beer 1964; Deeming 2002). Inkubace u ptáků obvykle probíhá v hnízdě, které obecně hraje klíčovou roli při regulaci mikroklimatických podmínek (Deeming 2002). Pro normální vývoj embrya není samotné hnízdo dostatečné, a proto ptáci kombinují metabolické teplo svého těla s účinnou konstrukcí hnízda (Deeming 2016). Afton a Paulus (1992) předpokládají, že inkubace u ptáků vznikla v souvislosti se třemi klíčovými faktory. Inkubace umožňuje udržování stabilní teploty vajec, což je nezbytné pro správný vývoj embrya, současně snižuje riziko predace díky ochraně vajec, kterou poskytují rodiče. Inkubace přitom vyžaduje určité úsilí a energii ze strany rodičů, aby mohli udržovat optimální teplotu vajec, a musí přitom odpovídat metabolickým potřebám rodičů (Afton & Paulus 1992).

Optimální teplotní rozpětí pro správný vývoj ptačích vajec je vnímáno jako úzké (Haftorn 1988). Vnitřní teplota vajec na začátku inkubace je relativně nízká, a zvyšuje se postupně rodičovskou inkubací, aby dosáhla ideálního teplotního rozmezí mezi 37 °C a 38 °C (Gill 2007). Teplotní hodnota přibližně mezi 25 °C a 27 °C se považuje za kritickou, neboť při nižších teplotách nejsou embrya schopna vykonávat metabolické procesy a jejich vývoj je zcela zastaven (Haftorn 1988). I krátkodobé vystavení nižším nebo vyšším teplotám může negativně ovlivnit vývoj embrya nebo přinést fatální následky (Gill 2007). Snížení průměrné teploty inkubace o 2 °C po dobu dvou třetin embryonálního vývoje negativně ovlivňuje dlouhodobé přežití drobných pěvců (Berntsen & Bech 2016).

Přenášení tepla na vejce je usnadněno specifickými anatomickými strukturami, jako je hnízdní nažina, což je holá a ochablá část kůže na břicho nebo hrudníku, která je zásobena krevními cévami (Bailey 1952; Jones 1971; Gill 2007). Hnízdní nažina se vyvíjí krátce před začátkem inkubace (Bailey 1952; Jones 1971; Gill 2007) a postupně zaniká v průběhu inkubace (Jones 1971). Tato anatomická struktura se vytváří obecně u pohlaví, které provádí inkubaci, a to může být samice, obě pohlaví nebo samec (Jones 1971). Fyziologicky je inkubace řízena hormonálními změnami v těle rodiče. Hlavním hormonem, který hraje klíčovou roli v inkubačním chování, je prolaktin. Prolaktin zvyšuje aktivitu rodičů a stimuluje jejich schopnost pečovat o vejce (Smiley 2019). Během snášky jsou ptačí vejce opatřena všemi potřebnými živinami a materiály pro budoucí vývoj mláďat (Drent 1975). Nicméně aby

se embrya mohla plně rozvinout, vyžadují rodičovskou péči, což je strategie a adaptace, která se vyvinula během evoluce.

## Inkubační chování

Inkubační chování představuje komplexní a klíčový proces s vysokým významem pro reprodukční úspěch ptáků. Za začátek inkubační periody se považuje den, kdy je sneseno poslední vejce do hnízda. Posledním dnem inkubace je den, kdy se vejce začnou líhnout (Kendeigh 1952). Způsob inkubace u ptáků lze odvodit z primitivního zvyku zahrabávání a střežení vajec před vnějšími nebezpečími. Postupem evoluce se tento zvyk transformoval v komplexní inkubační chování, které umožňuje přežití potomstva (Deeming 2002). Pečující rodič svým chováním ovlivňuje proces inkubace a kontroluje tím optimální tepelné, plynné (kyslík, oxid uhličitý, vodní páry) a mechanické (poloha a pohyby vajec) prostředí (Afton & Paulus 1992).

V inkubaci vajec je teplo zásadním faktorem. Většina druhů pěvců, kde inkubuje pouze samice, se systematicky vracejí k vejcům a započínají inkubaci dříve, než vejce dosáhnou minimální teploty (Haftorn 1988). Výsledky současných měření povrchové teploty všech vajec ve snůšce u sýkory koňadry (*Parus major*) ukázaly, že samice přesouvaly vejce po celé hnízdní kotlince pro udržení konstantní teploty (Boulton & Cassey 2012). V hnízdě ptáků je rovněž zajištěno optimální plynné prostředí pro regulaci vlhkosti a výměnu dýchacích plynů (Deeming 2016). Inkubující pták přitom pravidelně mění polohu a rotuje vejce (Gill 2007), reguluje svoje dýchání tak, aby se minimalizovalo množství oxidu uhličitého, přidává nebo odebírá materiál (například suché listy) pod své tělo (Drent 1975).

Existují dvě základní fáze inkubace u ptáků: částečná a úplná (Wiebe et al. 1998; Wang & Beissinger 2011). Částečná inkubace představuje fázi, kdy samice začíná sedět na snesených vejcích před tím, než dokončí celou snůšku. Úplná inkubace následuje poté, co samice naklade všechna vejce do hnízda (Wang & Beissinger 2011). Z míry účasti obou partnerů při inkubaci lze odvodit typ rodičovské péče. Na péči o potomstvo se může podílet pouze jeden rodič, a to buď samec nebo samice (uniparentální péče), nebo oba rodiče (biparentální péče) (Skutch 1957). Většina ptáků vykazuje biparentální péči (Cockburn 2006), avšak u většiny druhů pěvců je samice zodpovědná za výraznou část nebo celou inkubaci (Skutch 1957). Z hlediska evoluce je pravděpodobné, že biparentální péče vznikla z uniparentální péče (Oring 1982). Biparentální péče se vyvinula zejména tehdy, kdy účinnost

uniparentální péče byla relativně nízká (Zheng et al. 2023), a ekologicky podmínky prostředí vyžadovaly stálou přítomnost rodiče (Wesolowski 1994; Remeš et al. 2015). Autoři Handford a Mares (1985) tvrdí, že uniparentální péče pouze samců je primitivnější, jelikož se vyskytovala u běžců a tinam. Uniparentální péče pouze samice se vyvinula samostatně a nezávisle (Kendeigh 1952).

Samice inkubuje vejce celou noc a ve dne opouští hnízdo obvykle na krátkou dobu, zejména pro sběr potravy pro vlastní potřebu (Haftorn 1988). Během inkubace může být samice dokrmována samcem. V průběhu evoluce docházelo k postupnému psychickému vývoji ptáků, v rámci kterého samice začala více spolupracovat se svým partnerem (Skutch 1957). Samec poskytuje samici potravu, což jí umožňuje strávit méně času hledáním potravy a více času věnovat inkubaci (Martin & Ghalambor 1999). Inkubační krmení tak zvyšuje celkovou intenzitu inkubace (Matysioková & Remeš 2014). Z důvodu významné role samce při inkubaci může mezi samicemi polygynních druhů docházet ke konkurenci o přístup ke zvýšenému zdroji potravy od samce (Slagsvold & Lifjeld 1994).

Inkubační chování ptáků vykazuje výraznou variabilitu v závislosti na prostředí, včetně rozdílů mezi urbánním a lesním prostředím. Městské oblasti často mají delší vegetační období díky vyšším teplotám a většímu množství srážek, což je výhodné pro druhy s vyšším počtem hnízdění. (Batten 1973; Klausnitzer 1989). Ptáci žijící v městském prostředí často vykazují zvýšenou toleranci vůči predátorům (Møller & Ibáñez-Álamo 2012), což může ovlivnit délku jednotlivých inkubačních směn (Partecke & Gwinner 2007). Významným aspektem, který ovlivňuje inkubační chování, je i přítomnost lidí. Studie naznačují, že městští ptáci vykazují schopnost přizpůsobit své chování v závislosti na intenzitě lidského využívání prostředí (Prestes et al. 2018).

## Opakovatelnost inkubačního chování

Přírodní výběr upřednostňuje chování výhodné pro přežití a rozmnožování, které se díky dědičnosti přenáší na potomstvo, což vede k postupným změnám a adaptaci druhů na jejich prostředí (Fisher 1958). Při studiu evoluce chování je opakovatelnost klíčovým konceptem a vyjadřuje podíl celkové variability daného chování, která je způsobena rozdíly mezi jednotlivými jedinci (Falconer 1981). Opakovatelnost chování je často zmiňovaná v kontextu dědičnosti. Vyšší opakovatelnost naznačuje větší genetický vliv na chování, zatímco nižší opakovatelnost naznačuje vyšší vliv vnějších faktorů a prostředí (Boake 1989).

Heritabilita (dědivost) v úzkém smyslu vyjadřuje, do jaké míry je variabilita určitého znaku způsobena genetickými faktory ve srovnání s ostatními faktory (Falconer 1981). Při využití opakovatelnosti k odhadu míry dědivosti může dojít k nadhodnocení této míry, neboť zahrnuje i vlivy, které nejsou podmíněny genetickými faktory, jako jsou environmentální faktory (Boake 1989).

Opakovatelnost chování může být ovlivněna nepředvídatelnými proměnnými, jako jsou teplota nebo hormonální stav, které nejsou plně kontrolovatelné v rámci výzkumu (Boake 1989). Předpokládá se, že chování, které je více citlivé na prostředí a podléhá větší variabilitě, bude vykazovat nižší opakovatelnost ve srovnání s chováním, které je méně ovlivnitelné vnějšími faktory a je více konzistentní v různých situacích (Castellano et al. 2002). Důležitým metodickým faktorem při studiu opakovatelnosti je také závislost změny chování na délce intervalu mezi měřeními. Opakovatelnost chování se může snižovat s rostoucím časovým intervalem mezi pozorováními také vlivem prostředí, jelikož za delší dobu může dojít k větší změně prostředí (Bell et al. 2009).

Porozumění míry konzistence různých druhů chování je klíčové pro lepší pochopení biologických procesů (Boake 1989). Například ve výzkumu, který se zabýval hnízdním parazitismem, byla prokázána celkově vysoká opakovatelnost vyhazování neodpovídajících modelových vajec u kosa černého (*Turdus merula*), přičemž tato opakovatelnost klesá s uplynulým časem (Grim et al. 2014). Opakovatelnost inkubačního chování ptáků lze zkoumat ve třech hlavních časových škálách: v rámci jednoho hnízdění, mezi hnízděními během jedné hnízdní sezóny a mezi hnízděními v různých hnízdních sezónách (Grim et al. 2014).

## Modelový druh

Kos černý (*Turdus merula*) je palearktický druh s širokým areálem výskytu. Vyskytuje se na celém území Evropy, v Asii a zasahuje až do severozápadní Afriky (Bent 1949). Historicky se vyskytoval především v lesích, ale v současné době dosahuje vyšších populačních hustot v městském prostředí (Hudec & Šťastný et al. 2011). Díky své adaptabilitě na různá prostředí se zde kos černý stal jedním z nejběžnějších druhů ptáků. Hnízda se většinou skládají ze suché trávy a větviček, a jsou umístěna na různých podkladech, nejčastěji na vegetaci, ale i na budovách, skalách, a dokonce i na zemi (Bent 1949). Hnízdo staví převážně samice, ale samec jí může pomáhat (Bent 1949; Kendeigh 1952).

Hnízdní období obvykle trvá od března do července. Počet hnízdění je větší v polohách s nižší nadmořskou výškou než ve vyšších polohách (Hudec & Šťastný et al. 2011). Snůška kosů je obvykle složena z 3 až 5 vajec. Průměrná velikost snůšky bývá nejvyšší přibližně uprostřed hnízdění období (Hudec & Šťastný et al. 2011). Velikost snůšky může být ovlivněna prostředím, ve kterém ptáci hnízdí. Například ve městech může být průměrná velikost snůšky menší ve srovnání s lesními oblastmi (Ibáñez-Alamo & Soler 2010a). Důvodem může být nízká dostupnost potravy, která přímo ovlivňuje velikost snůšky a snižuje kvalitu vajec (Ludvig et al. 1995). Samice klade vejce v dopoledních hodinách (medián = 4,7 h po východu Slunce), v denních intervalech (Hánová 2022).

Inkubace trvá obvykle 13 až 15 dní. Samice začíná inkubovat postupně, nejčastěji po snesení 3. vejce (Hudec & Šťastný et al. 2011), přitom často první noční směnu zahájí již po snesení prvního vejce (Hánová 2022). Inkubuje pouze samice, ale samec může při tomto procesu pomáhat zejména formou inkubačního krmení, což zahrnuje přinášení potravy pro samici, aby udržel její energetickou rovnováhu během inkubace. Inkubační krmení tak zvyšuje intenzitu inkubace (Fojtlová 2020). Líhnutí u kosů probíhá asynchronně (Gurr 1954), což vede ke koexistenci mláďat různého věku a velikosti v hnízdě (Clark & Wilson 1981). Poslední snesené vejce je nejzranitelnější vůči výkyvům teploty vzduchu (Magrath 1992). Po vylíhnutí mláďata zůstávají v hnízdě 12 až 15 dní (Witherby et al. 1938; Kendeigh 1952) a jsou krmena oběma rodiči 2 až 3 týdny po opuštění hnízda (Hudec & Šťastný et al. 2011).

## Cíle práce

Tato studie navazuje na výsledky zjištěné v předchozí diplomové práci, založené na stejném souboru hnízd (Fojtlová 2020). Cílem bylo zpracovat od každého hnízda opakovaný snímek chování a vyhodnotit individuální variabilitu a opakovatelnost různých parametrů inkubačního chování. Hlavní otázkou je, jestli individuální variabilita je zcela náhodná, nebo zda se jedinci chovají konzistentně určitým způsobem (opakovatelně) a zda míra konzistence závisí na časovém intervalu mezi opakovanými měřeními stejného jedince. Další otázkou je, zda se opakovatelnost inkubačního chování liší v městské a lesní populaci.



## Materiál a metody

Tato studie je založena na detailní analýze 24hodinových video záznamů, které poskytují podrobnější pohled na průběh inkubačního chování kosa černého. Video záznamy mi byly poskytnuty vedoucím mé bakalářské práce (K. Weidinger). Hnízda pocházejí z pěti lokalit v různých typech prostředí. Lokality zahrnují urbánní prostředí města Olomouce a tři lesní lokality: rozptýlená zeleň v okolí Luže, lužní les Království u Grygova a smíšený podhorský les Hostýnských vrchů. Podrobná charakteristika těchto lokalit, včetně souřadnic a nadmořské výšky, je popsána v jiné diplomové práci, která předcházela této studii (Fojtlová 2020). Výběr hnízd pro výzkum se uskutečňoval na základě dostatečné kvality video záznamů pro vyhodnocení. Zpracovala jsem denní záznam od 86 hnízd. Každé hnízdo bylo sledováno po dobu jednoho dne inkubace. Zpracování jednoho hnízda mi trvalo přibližně 2 až 3 h v závislosti na kvalitě záznamu. Ke mnou zpracovaným hnízdům jsem přidala výsledky z jiného dne od stejných 86 hnízd a výsledky z obou dnů pro dalších 25 hnízd, které byly zpracovány Fojtlovou (2020). Celkový počet vzorků tedy činil 111 hnízd se dvěma dny zpracovaného záznamu.

Během pozorování nedošlo k žádným vyplašením z hnízda v noci ani k predaci vajec či dospělých jedinců. Výjimkou byly dva případy, kdy se počet vajec mezi pozorovanými dny lišil. Pravděpodobně se jednalo o částečnou predaci, ale tato událost je skryta v dosud nezpracovaných záznamech. V některých případech samice projevovaly neobvyklé chování a zůstávaly na hnízdě déle než ostatní samice. Tyto specifické případy byly zahrnuty do analýzy. Díky nepřetržité přítomnosti kamery u každého hnízda byl případný vliv kamery na chování ptáků stejný v obou dnech. Hodnocení opakovatelnosti by tím nemělo být ovlivněno.

Pro každé hnízdo jsem zaznamenávala časy příletu a odletu samice, případnou přítomnost samce v bezprostředním okolí hnízda (zorné pole kamery) a inkubační krmení. Při pozorování jsem dbala na přesné zasednutí samice na hnízdě, abych získala spolehlivé časové údaje. Za přítomnost samce v okolí hnízda jsem považovala všechny jeho návštěvy, včetně situací, kdy došlo k inkubačnímu krmení. Za inkubační krmení jsem považovala všechny případy, kdy samec přinesl potravu na hnízdo. Ze získaných dat byly vypočítány následující proměnné: délka denní aktivity (čas od prvního výletu ráno po večerní návrat na hnízdo, h), průměrná délka inkubační směny (čas mezi zasednutím na hnízdo a odletem, min), průměrná délka absence samice (čas mezi odletem a zasednutím na hnízdo, min) a počet inkubačních směn na hodinu denní aktivity. Všechny časy byly převedeny na desetinný formát. Následně byla vypočítána intenzita inkubace, což je podíl celkové přítomnosti samice na hnízdě za den

vůči délce její denní aktivity. Pro samce byly stanoveny zvláště dvě proměnné: počet návštěv za hodinu a počet krmení za hodinu. Protože počty návštěv a krmení byly v průměru nízké a velmi variabilní, hodnotila jsem toto chování navíc i jako binární proměnné s hodnotami "ano" a "ne" za celý den, bez ohledu na počet.

Pro analýzu dat jsem použila základní popisné statistiky (průměr, medián, směrodatná odchylka, minimální a maximální hodnota). Následně jsem vyhodnotila změnu v chování pro každou proměnnou mezi oběma dny. Spočítala jsem průměrnou hodnotu rozdílu a její 95% konfidenční interval. Pokud konfidenční interval neobsahuje nulu, považuji rozdíl za statisticky významný (jedná se o období párového t-testu). Sílu vztahu mezi průměrnými hodnotami chování pro oba dny inkubace jsem vyjádřila pomocí Pearsonova korelačního koeficientu ( $r$ ). Stejně jsem vyhodnotila závislost změny v chování na délce intervalu mezi opakovaným měřením. Kladný korelační koeficient ukazuje pozitivní lineární vztah (hodnoty obou proměnných zvyšují nebo snižují současně). Nízká hodnota koeficientu  $r$  naznačuje, že mezi proměnnými neexistuje žádný lineární vztah, ale nevylučuje existenci jiného typu vztahu nebo závislosti. Záporný koeficient ukazuje negativní lineární vztah.

Hlavní důraz v této práci je kladen na vizualizaci dat. Hlavním cílem bylo odhalit možné trendy, zákonitosti a vzorce chování. Pro vizuální posouzení vztahu mezi opakovanými měřeními jsem použila bodové grafy.

## Výsledky

### Změna chování mezi sledovanými dny inkubace

Z analýzy popisných parametrů vyplývá, že mezi dvěma pozorovanými dny nedocházelo k výrazné změně průměrných hodnot intenzity inkubace, délky směn i absencí a počtu směn (Tabulka 1). Rozdíly jsou tedy malé a pro lokality hodnocené společně jsou vždy statisticky nevýznamné (Tabulka 2). Intervaly spolehlivosti jsou široké, což ukazuje malou jistotu v odhadu, zejména u lokalit s malým vzorkem hnízd. Jediná proměnná, u které došlo ke statisticky významné změně byla délka denní aktivity, která se prodloužila o 6,6 min (Tabulka 2, Obrázek 4).

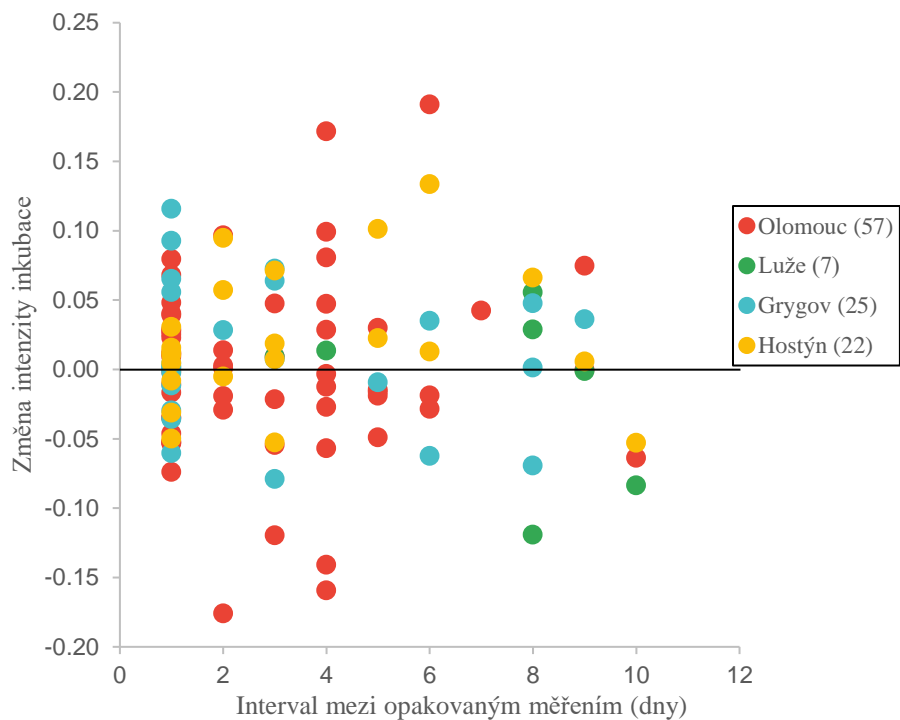
Interval mezi opakovanými snímky stejného hnízda byl 1–10 dnů, většinou 1–4 dny (medián = 3). Pro všechny proměnné platí, že změna v chování výrazně nesouvisela s délkou tohoto intervalu (Obrázek 1–5). Pro lokality hodnocené společně se hodnoty korelačního koeficientu pohybovaly od -0,125 do 0,278 (Tabulka 2). Průměrná změna chování, ani závislost této změny na délce časového intervalu se systematicky nelišily mezi urbánním (Olomouc) a lesním prostředím (ostatní lokality).

Tabulka 1: Souhrnné popisné charakteristiky inkubačního chování kosa černého. Pro každé hnízdo (n = 111) jsou vyhodnoceny dva celodenní snímky.

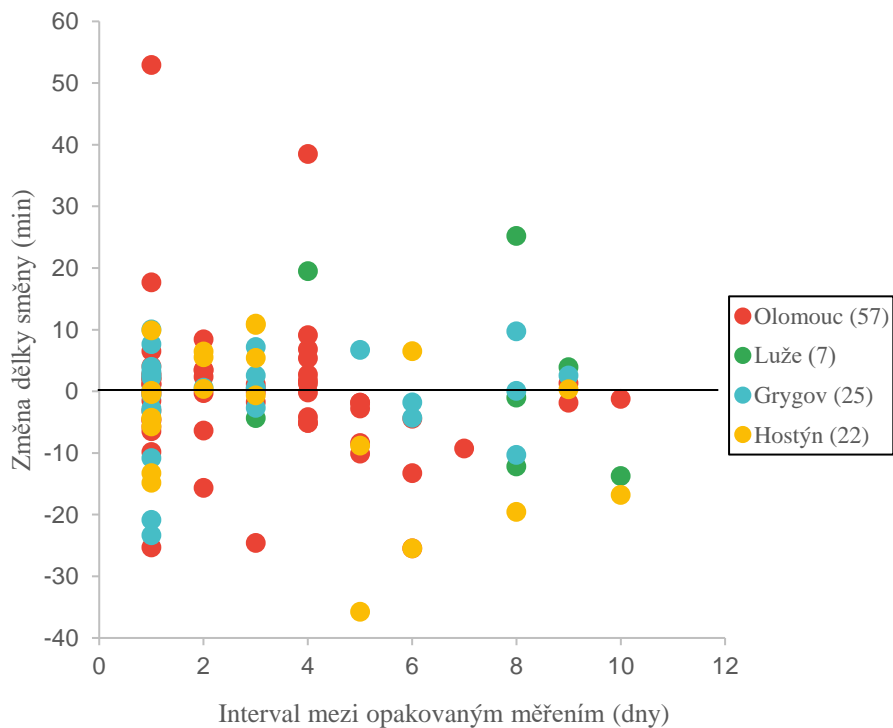
proměnná	den	průměr	medián	SD	min	max
intenzita inkubace	1	0,77	0,77	0,06	0,53	0,88
	2	0,77	0,77	0,06	0,58	0,90
délka směny (min)	1	38,87	35,05	15,22	17,25	90,46
	2	37,75	33,44	15,46	18,02	97,32
délka absence (min)	1	10,78	9,81	4,66	4,38	34,18
	2	9,98	9,27	3,26	4,83	20,32
délka denní aktivity (h)	1	15,21	15,21	0,99	13,00	17,16
	2	15,32	15,24	0,99	13,41	17,47
počet směn/h	1	1,34	1,29	0,43	0,51	2,33
	2	1,38	1,37	0,41	0,52	2,35
počet návštěv samce/h	1	0,19	0,14	0,17	0,00	0,78
	2	0,20	0,20	0,13	0,00	0,63
počet inkubačních krmení/h	1	0,05	0,00	0,09	0,00	0,45
	2	0,04	0,00	0,07	0,00	0,32

Tabulka 2. Změna chování mezi opakovaným pozorováním stejného hnízda (včetně 95% intervalu spolehlivosti) a závislost této změny na délce intervalu mezi pozorováními. (r – Pearsonův korelační koeficient, n – počet hnízd).

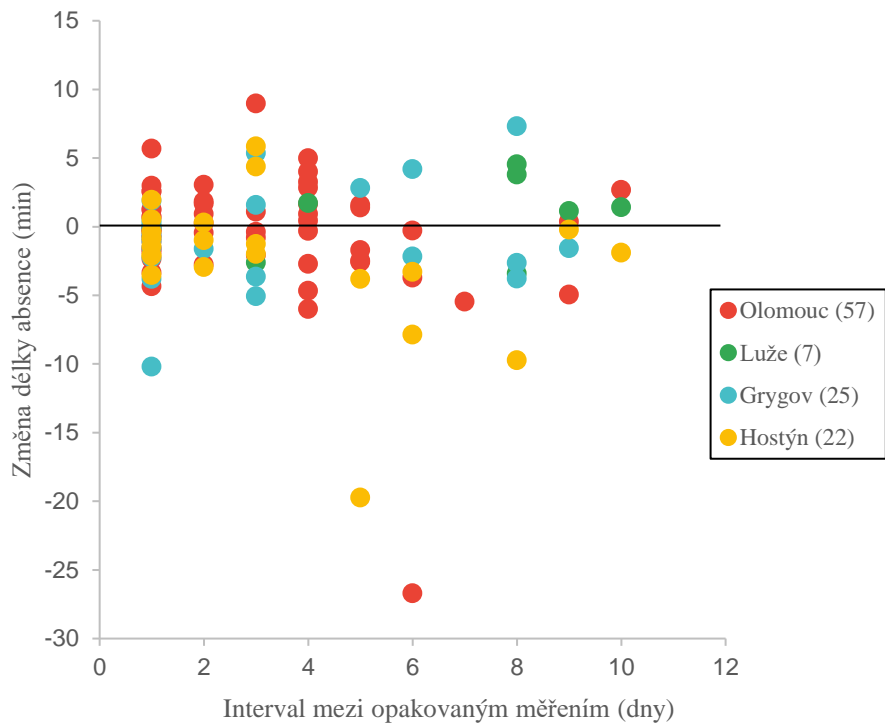
proměnná	lokality	změna	95% CI		r	n
intenzita inkubace	Olomouc	-0,001	-0,019	0,017	0,063	57
	Luže	-0,014	-0,072	0,045	-0,355	7
	Grygov	0,011	-0,010	0,032	-0,127	25
	Hostýn	0,021	-0,001	0,043	0,127	22
	<b>společně</b>	<b>0,005</b>	<b>-0,006</b>	<b>0,016</b>	<b>-0,016</b>	<b>111</b>
délka směny (min)	Olomouc	-0,445	-3,597	2,707	-0,159	57
	Luže	2,438	-11,408	16,285	-0,277	7
	Grygov	-0,879	-4,285	2,528	0,132	25
	Hostýn	-4,300	-9,786	1,186	-0,365	22
	<b>společně</b>	<b>-1,125</b>	<b>-3,270</b>	<b>1,020</b>	<b>-0,125</b>	<b>111</b>
délka absence (min)	Olomouc	-0,467	-1,665	0,730	-0,222	57
	Luže	0,948	-1,816	3,711	0,339	7
	Grygov	-0,679	-2,140	0,782	0,192	25
	Hostýn	-2,313	-4,588	-0,037	-0,340	22
	<b>společně</b>	<b>-0,791</b>	<b>-1,615</b>	<b>0,032</b>	<b>-0,102</b>	<b>111</b>
délka denní aktivity (h)	Olomouc	0,107	-0,025	0,238	0,267	57
	Luže	-0,068	-0,983	0,846	-0,270	7
	Grygov	0,091	-0,168	0,350	0,035	25
	Hostýn	0,196	-0,058	0,450	0,282	22
	<b>společně</b>	<b>0,110</b>	<b>0,002</b>	<b>0,218</b>	<b>0,114</b>	<b>111</b>
počet směn/h	Olomouc	0,044	-0,037	0,125	0,312	57
	Luže	0,017	-0,237	0,271	0,140	7
	Grygov	0,013	-0,099	0,125	-0,095	25
	Hostýn	0,084	-0,034	0,201	0,289	22
	<b>společně</b>	<b>0,043</b>	<b>-0,010</b>	<b>0,096</b>	<b>0,180</b>	<b>111</b>
počet návštěv samce/h	Olomouc	-0,015	-0,056	0,026	0,099	57
	Luže	0,109	-0,056	0,274	0,217	7
	Grygov	-0,008	-0,059	0,043	0,308	25
	Hostýn	0,062	0,013	0,111	0,543	22
	<b>společně</b>	<b>0,010</b>	<b>-0,018</b>	<b>0,037</b>	<b>0,278</b>	<b>111</b>
počet inkubačních krmení/h	Olomouc	-0,013	-0,037	0,011	0,289	57
	Luže	-0,046	-0,112	0,021	-0,416	7
	Grygov	-0,008	-0,041	0,025	-0,199	25
	Hostýn	-0,015	-0,056	0,026	-0,027	22
	<b>společně</b>	<b>-0,014</b>	<b>-0,031</b>	<b>0,002</b>	<b>0,028</b>	<b>111</b>



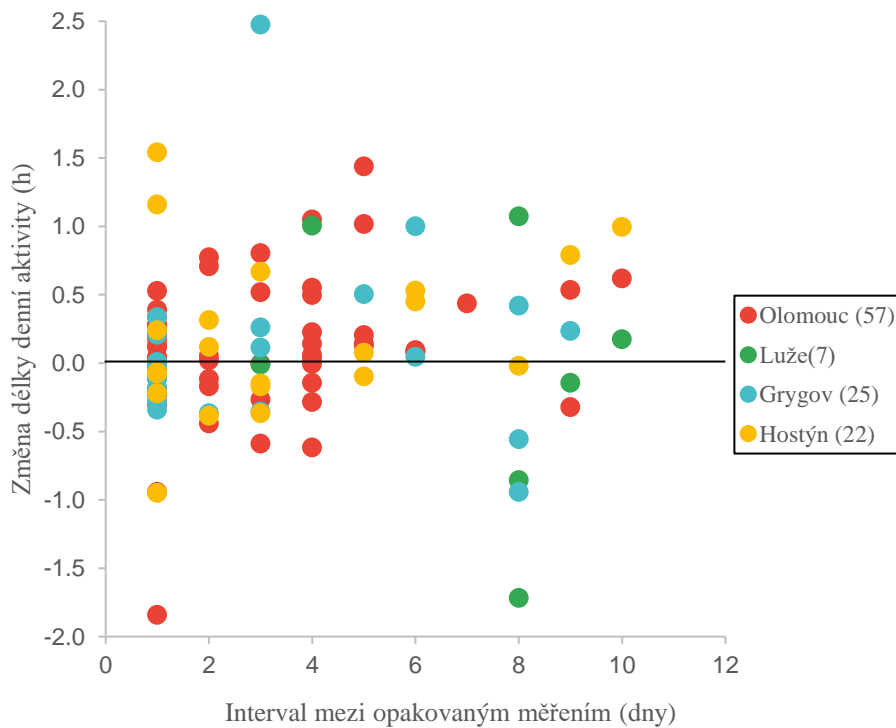
Obrázek 1. Závislost změny intenzity inkubace na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty průměrné změny a korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 2. Referenční linie znázorňuje hodnotu nulového rozdílu.



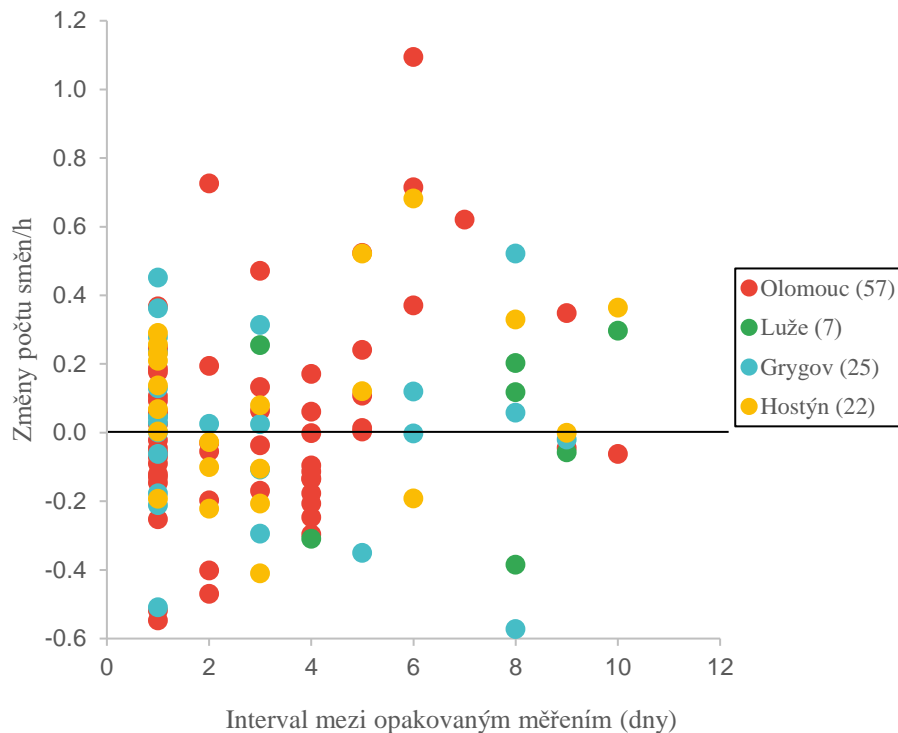
Obrázek 2. Závislost změny délky směny na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty průměrné změny a korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 2. Referenční linie znázorňuje hodnotu nulového rozdílu.



Obrázek 3. Závislost změny délky absence v hnízdě na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty průměrné změny a korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 2. Referenční linie znázorňuje hodnotu nulového rozdílu.



Obrázek 4. Závislost změny délky denní aktivity na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty průměrné změny a korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 2. Referenční linie znázorňuje hodnotu nulového rozdílu.



Obrázek 5. Závislost změny počtu směn za hodinu na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty průměrné změny a korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 2. Referenční linie znázorňuje hodnotu nulového rozdílu.

## Korelace chování mezi opakovaně sledovanými dny inkubace

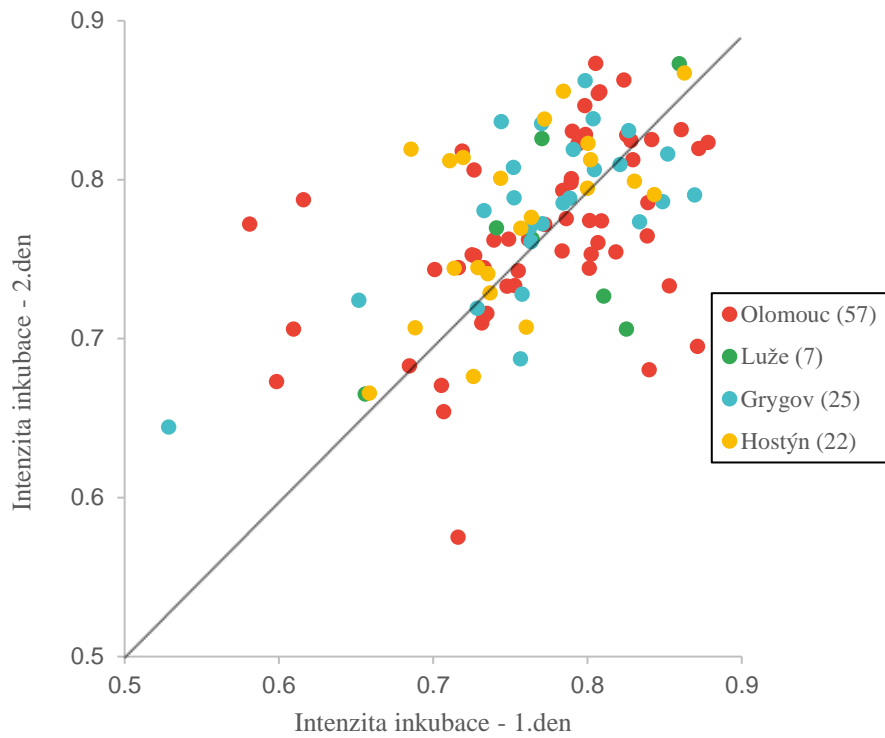
Korelace chování mezi pozorovanými dny inkubace na jednotlivých lokalitách a souhrnně pro všechny lokality dohromady (Tabulka 3, Obrázek 6–10) naznačuje středně silnou až silnou pozitivní závislost. Nejvyšší hodnota korelačního koeficientu pro všechny lokality byla pozorována u délky aktivity ( $r = 0,833$ ). Silnou korelaci vykazovala také délka inkubační směny ( $r = 0,724$ ) a počet směn ( $r = 0,768$ ). Relativně nejnižší, ale stále střední hodnota korelace byla nalezena pro intenzitu inkubace ( $r = 0,519$ ) a délku absence ( $r = 0,434$ ). Nebyly pozorovány systematické rozdíly v hodnotách korelačního koeficientu mezi Olomoucí a ostatními lokalitami. Od ideálního vztahu 1:1 se odchylovaly ty případy, kde byla zaznamenána vysoká (délka směny a absence) nebo naopak nízká (intenzita) absolutní hodnota proměnné v jeden den pozorování. U délky absence (Obrázek 8) byly pozorovány 3 hnízda, které odchylojí od celkového trendu. Při odstranění těchto hnízd by vyšla korelace



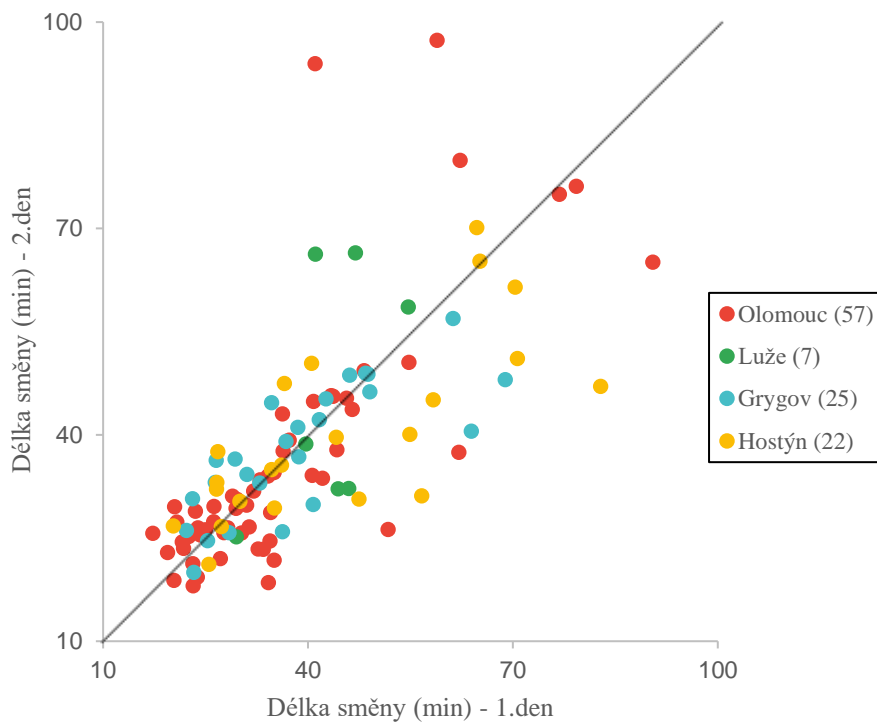
mnohem vyšší pro Olomouc ( $r = 0,616$ ), Hostýn ( $r = 0,374$ ), a společně ( $r = 0,543$ ), ale mnohem nižší pro Grygov ( $r = 0,291$ ).

Tabulka 3. Korelace chování kosa černého v různých dnech pro jednotlivé lokality a společně (n – počet hnízd). Uvedeny jsou hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu (r).

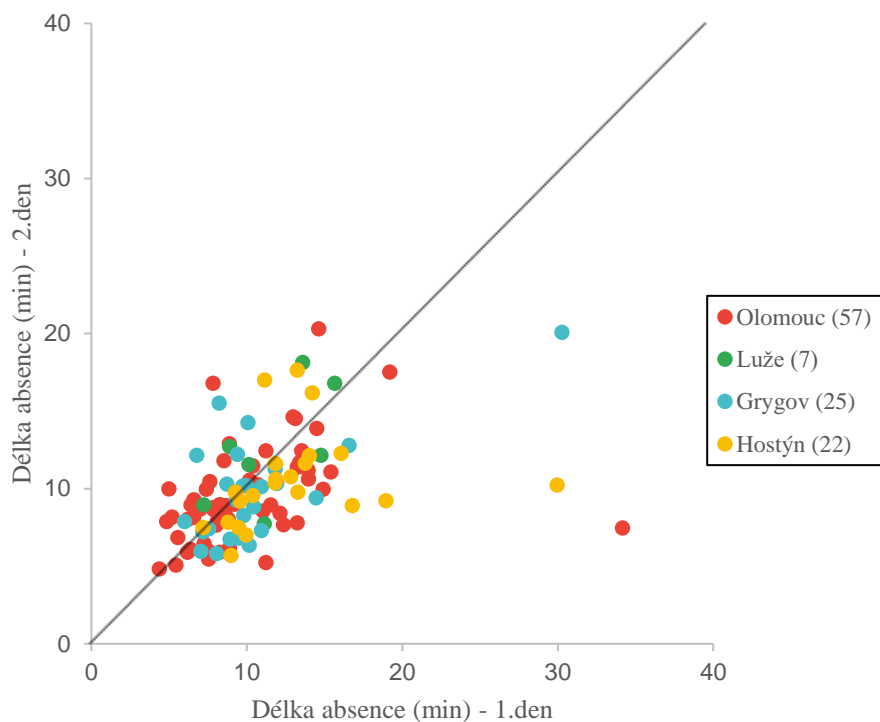
proměnná	Olomouc (57)	Luže (7)	Grygov (25)	Hostýn (22)	společně (111)
intenzita inkubace	0,460	0,577	0,675	0,584	<b>0,519</b>
délka směny (min)	0,758	0,533	0,769	0,729	<b>0,724</b>
délka absence (min)	0,372	0,644	0,664	0,206	<b>0,434</b>
délka denní aktivity (h)	0,845	0,305	0,735	0,804	<b>0,833</b>
počet směn/h	0,763	0,676	0,736	0,766	<b>0,768</b>
počet návštěv samce/h	0,594	-0,211	0,607	0,355	<b>0,545</b>
počet inkubačních krmení/h	0,519	0,386	0,599	0,041	<b>0,463</b>



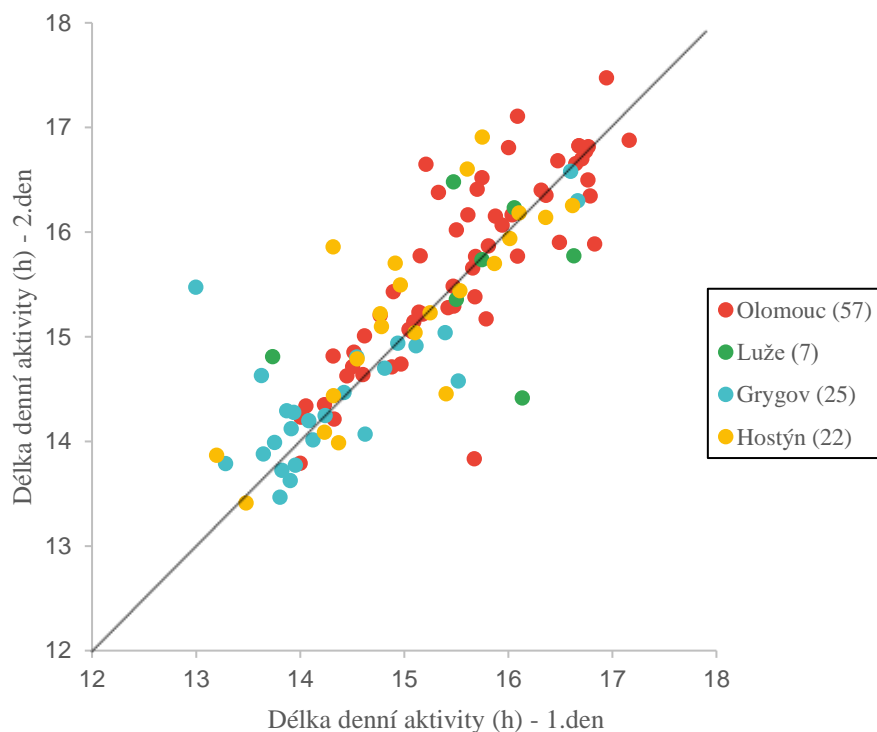
Obrázek 6 . Korelace intenzity inkubace mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 3. Referenční linie znázorňuje vztah 1:1.



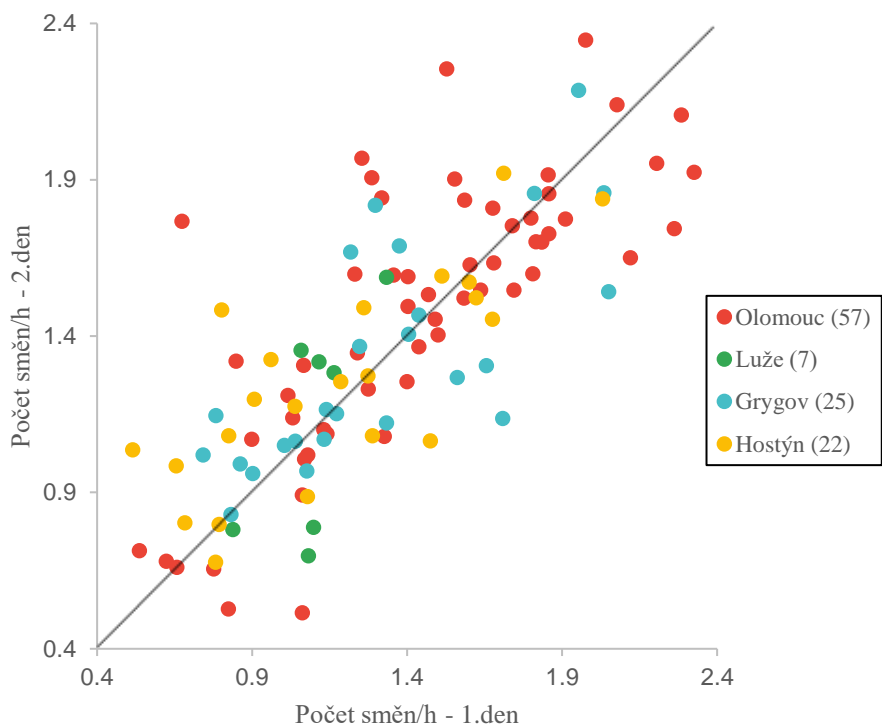
Obrázek 7. Korelace průměrné délky směny mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 3. Referenční linie znázorňuje vztah 1:1.



Obrázek 8. Korelace průměrné délky absence mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 3. Referenční linie znázorňuje vztah 1:1.



Obrázek 9. Korelace průměrné délky denní aktivity mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 3. Referenční linie znázorňuje vztah 1:1.



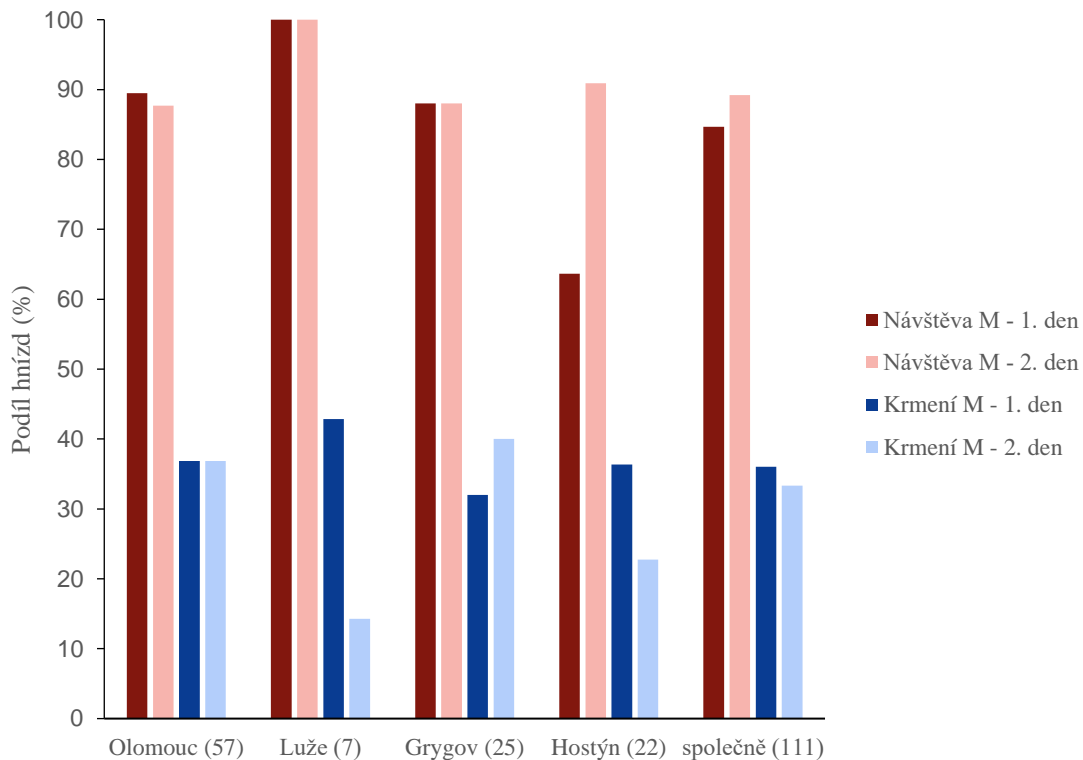
Obrázek 10. Korelace počtu směn za hodinu mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 3. Referenční linie znázorňuje vztah 1:1.

## Opakovatelnost návštěvy samce a inkubačního krmení

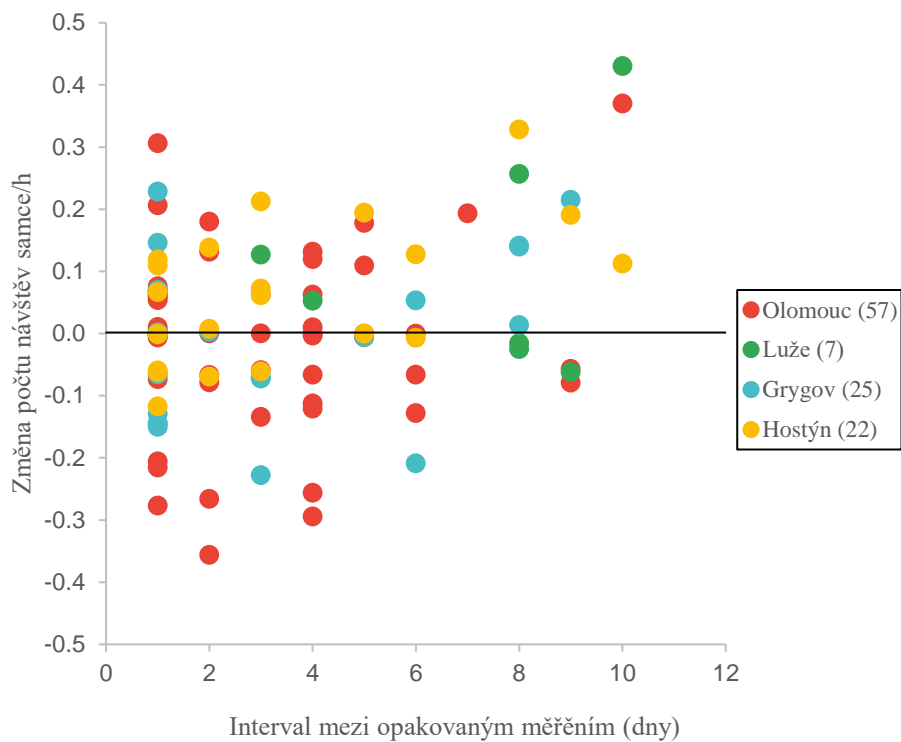
Z analýzy popisných parametrů vyplývá, že počet návštěv samce a počet inkubačních krmení zůstávaly během pozorování relativně stabilní a nedocházelo k výrazným změnám (Tabulka 1 a 2). Většina lokalit vykazuje vysokou průměrnou četnost návštěvy samce v obou dnech (Obrázek 11), přibližně kolem 80–90 %, což naznačuje poměrně stabilní chování samců. Na lokalitě Luže všechna hnízda byla navštívena samcem, avšak vzhledem k malému vzorku (n = 7 hnízd) nelze tuto hodnotu spolehlivě posoudit. Naopak lokalita Hostýn vykazuje největší změnu, kdy návštěva samce vzrostla z 64 % první den na 91 % druhý den.

Počet návštěv samce za hodinu se obecně zvyšoval s prodlužováním intervalu mezi pozorováními, a to zejména v lesním prostředí (Tabulka 2, Obrázek 12). Naopak, počet inkubačních krmení se mírně zvyšoval v závislosti na délce intervalu v urbánním prostředí, ale v lesním prostředí byla situace opačná (Tabulka 2, Obrázek 13). Pro všechny lokality dohromady je pozorována slabá závislost.

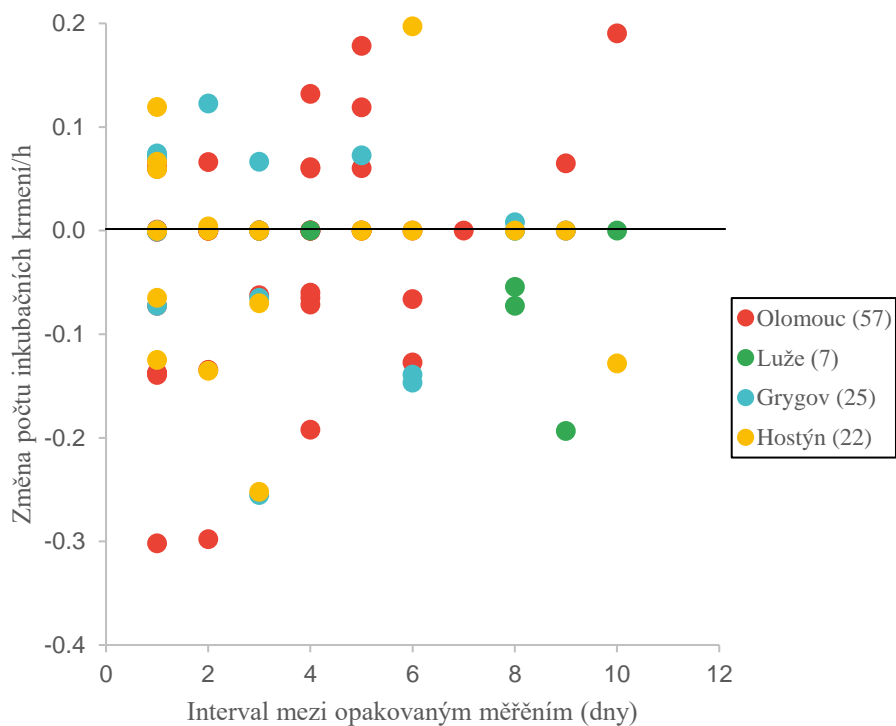
Počet návštěv samce za hodinu vykazoval středně silnou pozitivní korelaci mezi oběma dny pozorování (Tabulka 3, Obrázek 14). Výskyt samce v hnízdě ve druhém dni (binární proměnná) statisticky významně souvisel s jeho výskytem v prvním dni (Fisherův test,  $p < 0,001$ ; Obrázek 16). Pro inkubační krmení byla také zjištěna středně silná korelace mezi oběma dny, přestože frekvence krmení za hodinu byla v průměru nízká (Tabulka 3, Obrázek 15). I přesto, v mnoha případech samec krmil pouze v jednom z obou dnů (Obrázek 15). Výskyt inkubačního krmení během druhého dne (binární proměnná) byl statisticky významně závislý na jeho přítomnosti či nepřítomnosti během prvního dne (Fisherův test,  $p = 0,022$ ; Obrázek 16).



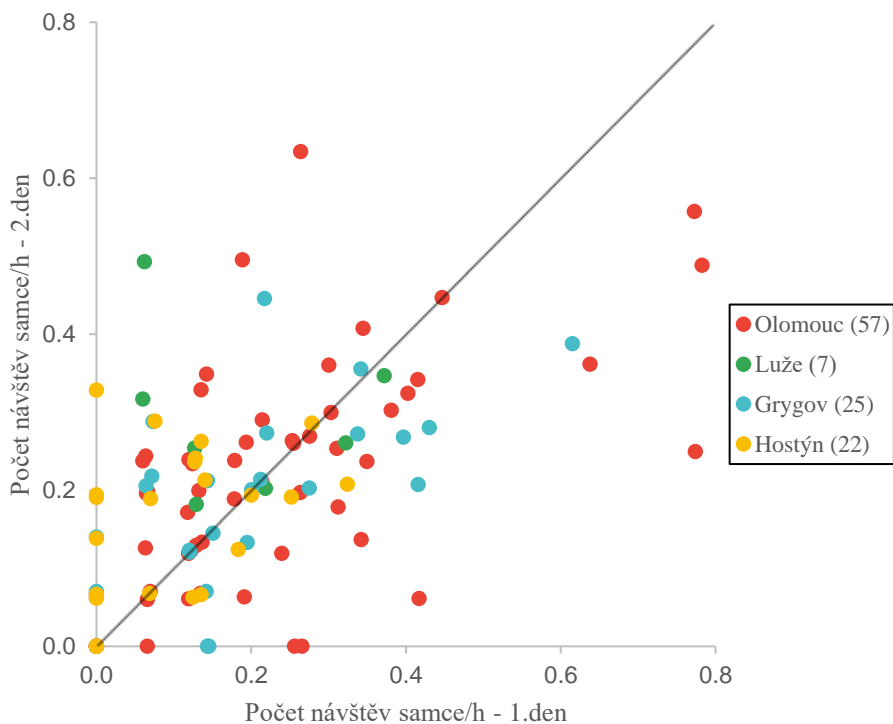
Obrázek 11. Návštěvy samce (M) na hnízdě a inkubační krmení v 1. a 2. den pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd).



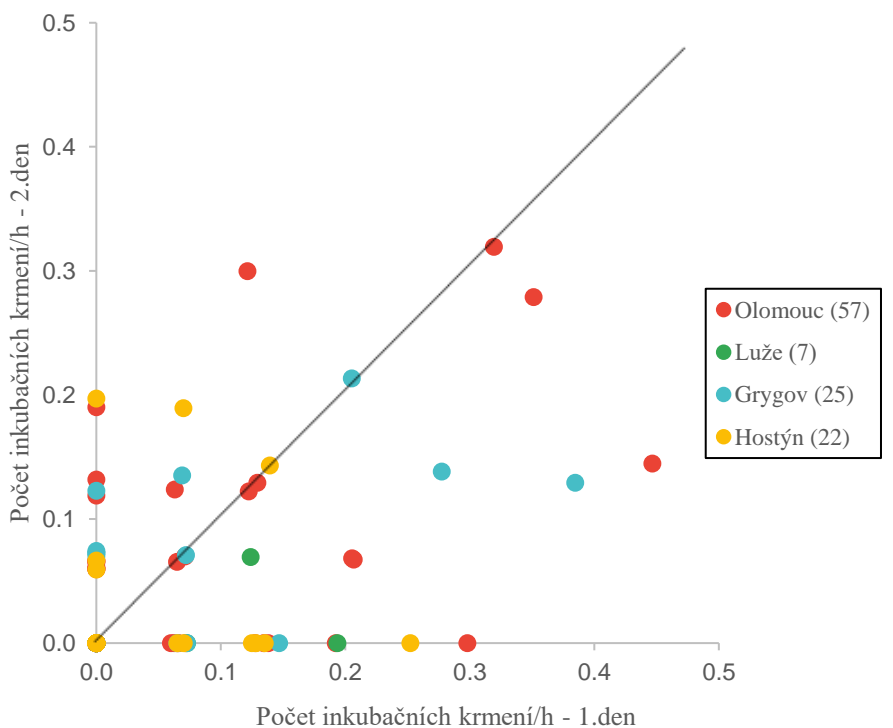
Obrázek 12. Závislost změny počtu návštěv samce za hodinu na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty průměrné změny a korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 2. Referenční linie znázorňuje hodnotu nulového rozdílu.



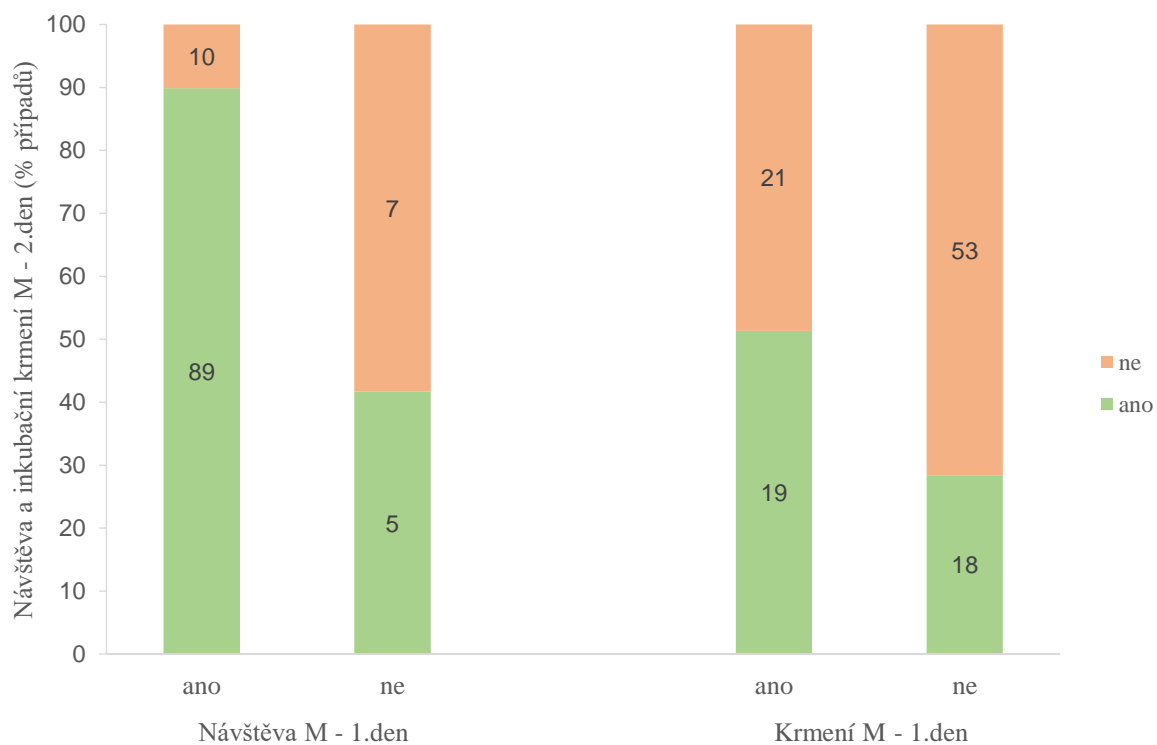
Obrázek 13. Závislost změny počtu inkubačních krmení za hodinu na délce intervalu mezi dvěma dny pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty průměrné změny a korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 2. Referenční linie znázorňuje hodnotu nulového rozdílu.



Obrázek 14. Korelace počtu návštěv samce za hodinu mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 3. Referenční linie znázorňuje vztah 1:1.



Obrázek 15. Korelace počtu inkubačního krmení za hodinu mezi prvním a druhým dnem pozorování na jednotlivých lokalitách (n – počet hnízd). Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tabulce 3. Referenční linie znázorňuje vztah 1:1.



Obrázek 16. Počty případů návštěvy samce (M) na hnízdě a počty případů inkubačního krmení v 1. a 2. den pozorování (čísla ve sloupcích – absolutní počty hnízd).



## Diskuze

Opakovatelnost inkubačního chování může být ovlivněna řadou faktorů, přičemž určité typy chování přitom mohou být vybírány a preferovány v závislosti na specifické podmínky prostředí (Grim et al. 2014). Z mé studie plyne, že během inkubačního období u kosů černých nedochází k výrazným změnám chování. Průměrné rozdíly ve sledovaných proměnných mezi dvěma pozorovanými dny byly minimální, což naznačuje, že inkubační chování je relativně stabilní na populační úrovni. Pozitivní korelace potom ukazuje, že chování je také konzistentní (opakovatelné) na individuální úrovni. Stabilita inkubačního chování je pravděpodobně výhodná pro udržení optimálních podmínek pro vývoj embryí. Jelikož teplota hraje klíčovou roli ve správném vývoji vajec (Haftorn 1988; Gill 2007), samice musí přizpůsobit své chování tak, aby vyvážila rizika pro přežití vajec a vlastní přežití tím, že opustí hnízdo, když je to nezbytné (Rohwer & Purcell 2019).

Inkubační chování může výrazně ovlivnit počasí. Tělesná teplota samice je stálá nezávisle na vnějších klimatických podmínkách, přitom v nepříznivých podmínkách hrozí riziko ochlazení vajec (Deeming 2002). Ptáci hnízdící v chladnějším prostředí staví hnízda s lepšími izolačními vlastnostmi (Mainwaring et al. 2014), ale přesto musí trávit kratší dobu mimo hnízdo, aby zabránili ochlazení vajec (Conway & Martin 2000). Inkubační chování v chladném prostředí může být relativně více opakovatelné než v teplejším prostředí. Důvodem může být vyvinutí určité strategie chování, která spočívá ve stejných délkách směn a absencí v hnízdě každý den během inkubace. Toto chování ukazuje na adaptabilitu k danému prostředí.

Inkubace byla opakovaně sledována s časovým intervalem 1 až 10 dnů, což pokrývá téměř celou inkubační periodu (typicky 12 dnů). Během tohoto sledovacího období nebyly zaznamenány výrazné konzistentní změny v chování. To naznačuje, že délka časového intervalu mezi opakovanými měřeními neměla významný vliv na výsledný odhad opakovatelnost. Důvodem může být to, že inkubační chování u ptáků je evolučně přizpůsobeno k dosažení optimálních podmínek pro vývoj vajec a úspěšné odchování a přežití mláďat. Fáze inkubace, tedy období od začátku inkubace vajec až po vylíhnutí mláďat, nepředstavuje významný faktor ovlivňující, jak dlouho samice zůstávají sedět na hnízdě během tohoto období (Skutch 1962). Podobného zjištění bylo dosaženo na příkladu samice vlvovce červenokřídlého (*Agelaius phoeniceus*) (Holcomb 1974). V této studii bylo zjištěno, že inkubace zůstává nejstabilnější během období normální inkubace, které trvá zhruba od

prvního až do dvanáctého dne od snesení vajec. Nicméně jakmile inkubace trvá déle, stabilita chování začíná postupně klesat.

Z metodického hlediska je žádoucí sledovat a porovnávat více dnů inkubace z každého hnízda. Tento přístup umožňuje získat komplexní a reprezentativní data, která umožňují odhalit závislosti mezi pozorovanými dny. Střední až silná pozitivní korelace byla zaznamenána u všech proměnných mezi pozorovanými dny, což znamená, že chování samice během inkubace je opakovatelné. To znamená, že data z jednoho dne inkubace mohou poskytnout reprezentativní údaje o konkrétní samici.

Mezi všemi sledovanými proměnnými byla nejsilnější korelace zaznamenána u délky aktivity mezi prvním a druhým pozorovaným dnem. Tato pozorovaná závislost indikuje, že samice projevuje tendenci udržovat přibližně stejnou dobu aktivity v průběhu několika dnů, nezávisle na změnách časů začátku a ukončení denní aktivity. Doba denní aktivity je daná délkou fotoperiody, která se výrazně nemění během intervalu mezi opakovaným pozorováním, ale zato se výrazně mění v průběhu hnízdní sezóny. Proto je zde prezentovaná hodnota korelace pro délku denní aktivity nadhodnocena vlivem třetí proměnné – délkou fotoperiody. Nejslabší korelace byla zaznamenána u délky absence. To znamená, že délka absence samice v hnízdě ve druhém dni mohla výrazně lišit od prvního dne, buď být delší nebo kratší. U některých samic byla zaznamenána výrazně vysoká délka směny, délka absence nebo nízká intenzita v jednom pozorovaném dni. Projevující se výkyvy od ideálního vztahu mohou být způsobeny vysokou variabilitou ve sledovaných parametrech. Důvodem může být opět počasí nebo dostupnost potravy. Například bylo zjištěno, že inkubační chování samic zebříček pestrých (*Taeniopygia castanotis*) je ovlivněno jejich tělesnou kondicí (Gorman & Nager 2003). Dostupnost potravy potom ovlivňuje rozdělení času mezi hledáním potravy a inkubací.

Dále bylo zjištěno, že samice mají tendenci udržovat v různých dnech podobnou průměrnou délku jednotlivých inkubačních směn a také podobný celkový počet směn za hodinu. Nicméně, mezi samicemi existují velké rozdíly v délce jednotlivých inkubačních směn a v celkovém počtu směn za hodinu, což může být způsobeno aktuálními podmínkami prostředí. Parametry, které byly zkoumané v této práci, jsou podobně zpracovány pro sýkoru koňadru (Hinde 1952; Basso & Richner 2015), kde je patrný rozdíl v chování mezi jednotlivými samicemi tohoto druhu.

Některé samice během pozorování seděly delší dobu nepřetržitě na vejcích. U ptáků, které mají vyšší intenzitu inkubace, je pozorováno zkrácení inkubační doby (Skutch 1962).

Tento jev může být způsoben tím, že dospělí jedinci, kteří jsou vystaveni vyššímu riziku úmrtí, investují více energie a zdrojů do reprodukce, aby zvýšili své šance na předání genů na další generace (Martin 2002). Dalším možným důvodem je, že ptáci, kteří jsou dobře vyživení svými partnery, mají tendenci sedět na vejcích mnohem delší dobu nepřetržitě (Skutch 1962).

V rámci studie jsem zjistila, že chování jednotlivých samic kosa černého během inkubace bylo podobně konzistentní jak v urbánním, tak i v lesním prostředí, navzdory změnám inkubačního chování na populační úrovni. Tento fakt poukazuje na adaptabilitu tohoto ptačího druhu, který je schopen se úspěšně přizpůsobit různým prostředím a podmínkám, ve kterých hnízdí. Délka inkubační směny u kosa byla kratší v urbánním prostředí, naopak počet inkubačních směn za hodinu byl větší než v lesním prostředí (Fojtlová 2020). Podobných výsledků bylo dosaženo u samic střízlíka zahradního (*Troglodytes aedon*) (Heppner & Ouyang 2021). Autoři došli k závěru, že u samic v lesním prostředí byla délka inkubačních směn delší než u samic žijících v městském prostředí. Důvodem může být to, že ptáci žijící ve městech mají větší schopnost přizpůsobovat se novým situacím v prostředí než ptáci žijící v lesních oblastech (Luniak et al. 1990). Průběh inkubace mohou ovlivnit různé rušivé elementy, například přítomnost lidí, hluk z dopravy (Mulholland et al. 2018) nebo příliš intenzivní osvětlení v nočních hodinách (van Dis et al. 2021). Dalším důvodem mohou být genetické rozdíly (Luniak et al. 1990), avšak pro kosa černého nebyly nalezeny žádné důkazy o genetické diferenciaci mezi urbanizovanou a lesní populací (Partecke et al. 2006).

Všechny sledované lokality vykazovaly častou návštěvnost hnízda samcem. Konkrétně bylo zaznamenáno, že samec navštívil hnízdo jak první, tak druhý den v přibližně 80 až 90 % případů. Vzhledem k významné statistické závislosti mezi těmito dvěma dny lze tvrdit, že když samec navštívil hnízdo první den, je velmi pravděpodobné, že ho navštíví i druhý den. Důvodem, proč samec kosů černých navštěvuje hnízdo, může být jeho teritoriální chování. Teritoriální druh je charakterizován tím, že si samec brání určité území, které slouží jako zdroj potravy, místo pro hnízdění a ochranu proti konkurenci a predátorům (Bent 1949). V rámci tohoto samec navštěvuje hnízdo jako součást obrany svého teritoria, což umožňuje přežití potomstva. Na druhou stranu, zvýšená aktivita u hnízda může zvýšit riziko predace (Martin & Ghalambor 1999). Samec přitom si musí prohlédnout teritorium, aby ověřil, zda je pro něj bezpečné hnízdo navštěvovat.

Inkubační krmení bylo relativně opakovatelné – pokud samec nekrmil první den, pravděpodobně tak neučinil ani druhý den. Naopak, pokud samec krmil první den, pravděpodobně krmil i druhý den. Frekvence krmení může být ovlivněna různými faktory,

včetně hnízdní predace (Martin & Ghalambor 1999). Například bylo zjištěno, že u některých samců sýkory koňadry se frekvence návštěv snižovala v průběhu inkubace, nicméně vzorek hnízd byl malý (Hind 1952). Na základě mých výsledků lze konstatovat, že frekvence krmení u samců kosů je relativně stabilní. Při porovnání korelace chování mezi samici a samcem jsem zjistila, že hodnoty korelace u samců jsou obecně nižší než u samic, s výjimkou délky absence samic. Celkový podíl samců na péči o vejce je výrazně menší než u samic, což může snižovat konzistenci jejich chování během inkubace. Například výzkum zaměřený na opakovatelnost rodičovské péče u biparentálního druhu vrabce domácího (*Passer domesticus*) naopak ukázal, že samci vykazují výrazně vyšší opakovatelnost při krmení mláďat než samice (Nakagawa et al. 2007). Očekává se, že zvýšení míry péče u jednoho rodiče bude spojeno se snížením míry péče u druhého rodiče, a to především v rámci mezidruhového srovnání, kde jednotlivé druhy mohou vykazovat odlišné strategie rodičovství (Liker et al. 2015).

## Závěr

Na základě předchozích výsledku lze říct, že inkubační chování kosa černého vykazuje opakovatelnost a konzistenci nezávislé na typu prostředí. I když se průměrné hodnoty některých proměnných (délka aktivity, délka inkubační směny) liší mezi městským a lesním prostředím, opakovatelnost v rámci hnízdění je v obou prostředích podobná. Toto opakovatelné chování může být důsledkem jak genetických vlivů, tak i vlivu dalších proměnných závislých na daném prostředí, jako jsou například dostupnost potravy, počasí nebo predace.

Nezaznamenala jsem ani výrazné změny v závislosti na časovém intervalu mezi pozorovanými měřeními. To znamená, že chování nebylo ovlivněno faktory prostředí, jejichž vliv by se mohl zvyšovat s delším intervalem mezi pozorováními. Výsledkem pro metodiku je, že v rámci jednoho hnízdění není zásadní, v jakém intervalu jsou opakované snímky pořízeny.

Co se týče úlohy samců při inkubaci, potvrdila jsem, že i jejich chování je opakovatelné, avšak méně než u samic. Pozorovala jsem relativně vysokou návštěvnost samců u hnízd, což poukazuje na důležitost jejich role při inkubaci, zejména v aspektech možné ochrany hnízda a poskytování potravy samicím.

## Literatura

- Afton, A. D., & Paulus, S. L. (1992). Incubation and brood care in waterfowl. In B.D.J. Batt, A. D. Afton, M. G. Anderson, C. D. Ankney, D. H. Johnson, J. A. Kadlec, and G. L. Krapu (Eds.), *The ecology and management of breeding waterfowl* (pp. 62–108). University of Minnesota Press, St. Paul.
- Bailey, R. E. (1952). The incubation patch of passerine birds. *Condor*, 54, 121–136.
- Basso, A., & Richner, H. (2015). Predator-specific effects on incubation behavior and offspring growth in great tits. *PloS One*, 10(4), e0121088.
- Batten, L. A. (1973). Population dynamics of suburban blackbirds. *Bird Study*, 20, 251–258.
- Beer, C. G. (1964). Incubation. In *A New Dictionary of Birds* (A. L. Thomson, Ed.), Nelson, London, pp. 396–398.
- Bell, A., Hankison, S., & Laskowski, K. (2009). The repeatability of behavior: a meta-analysis. *Animal Behaviour*, 77, 771–783.
- Bent, A. C. (1949). Life histories of North American thrushes, kinglets, and their allies; order Passeriformes. *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 70–83.
- Berntsen, H. H., & Bech, C. (2016). Incubation temperature influences survival in a small passerine bird. *Journal of Avian Biology*, 47, 141–145.
- Boake, C. R. B. (1989). Repeatability: Its role in evolutionary studies of mating behavior. *Evolutionary Ecology*, 3, 173–182.
- Boulton, R. L., & Cassey, P. (2012). How avian incubation behaviour influences egg surface temperatures: relationships with egg position, development and clutch size. *Journal of Avian Biology*, 43, 289–296.
- Castellano, S., Cuatto, B., Rinella, R., Rosso, A., & Giacoma, C. (2002). The advertisement call of the European treefrogs, *Hyla arborea*: a multi-level study of variation. *Ethology*, 108, 75–89.
- Clark, A. B., & Wilson, D. S. (1981). Avian breeding adaptations: Hatching asynchrony, brood reduction, and nest failure. *The Quarterly Review of Biology*, 56, 253–277.
- Cockburn, A. (2006). Prevalence of different modes of parental care in birds. *Proceedings. Biological Sciences*, 273(1592), 1375–1383.
- Conway, C. J., & Martin, T. E. (2000). Evolution of passerine incubation behavior: Influence of food, temperature, and nest predation. *Evolution*, 54, 670–685.

- Cresswell, W. (1997). Nest predation rates and nest detectability in different stages of breeding in blackbirds (*Turdus merula*). *Journal of Avian Biology*, 28, 296–302.
- Deeming, D. C. (2002). *Avian incubation: behaviour, environment and evolution*. New York: Oxford University Press.
- Deeming, D. C. (2016). How does the bird-nest incubation unit work? *Avian Biology Research*, 9, 103–113.
- Drent, R. (1975). Incubation. In: Farner DS, King JR, Parkes KC (eds) *Avian biology*, vol 5. Academic Press, New York, 333–420.
- Falconer, D. S. (1981). *Introduction to Quantitative Genetics*, 2nd edn. Longman, NY, USA.
- Fisher, R. A. (1958). *The Genetical Theory of Natural Selection*, 2nd edn. Dover, NY, USA.
- Fojtlová, M. (2020). Inkubační chování kosa černého (*Turdus merula*) v lesním a urbánním prostředí. Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Gill, F. (2007). *Ornithology*. W. H. Freeman and Company, New York.
- Gorman, Helen, & Nager, Ruedi. (2003). State-dependent incubation in the Zebra Finch. *Animal Behaviour*, 65, 745–754.
- Grim, T., Samaš, P., & Hauber, M. (2014). The repeatability of avian egg ejection behaviors across different temporal scales, breeding stages, female ages, and experiences. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 68, 749–759.
- Gurr, L. (1954). A study of the blackbird (*Turdus merula*) in New Zealand. *Ibis*, 96, 225–261.
- Haftorn, S. (1988). Incubating female passerines do not let the egg temperature fall below the "physiological zero temperature" during their absences from the nest. *Ornis Scandinavica*, 19, 97–110.
- Handford, P., & M. A. Mares. 1985. The mating systems of ratites and tinamous: an evolutionary perspective. *Biological Journal of the Linnean Society*, 25, 77–104.
- Hánová, M. (2022). Chování vybraných druhů pěvců na hnízdě během kladení vajec. Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Heppner, J., & Ouyang, J. (2021). Incubation Behavior Differences in Urban and Rural House Wrens (*Troglodytes aedon*). *Frontiers in Ecology and Evolution*.
- Hinde, R. A. (1952). The Behaviour of the Great Tit (*Parus Major*) and Some Other Related Species. *Behaviour. Supplement*, 2, 3–201.
- Holcomb, L. C. (1974). Incubation Constancy in the Red-Winged Blackbird. *The Wilson Bulletin*, 86(4), 450–460.

- Hudec, K., Šťastný, K., et al. (2011). Fauna ČR Ptáci 3/II. (2 svazky): Fauna ČR. Nakladatel: Academia.
- Ibáñez-Alamo, J. D., & Soler, M. (2010). Does urbanization affect selective pressures and life history strategies in the common blackbird (*Turdus merula L.*)? *Biological Journal of the Linnean Society*, 101(4), 759–766.
- Jones, R. E. (1971). The incubation patch of birds. *Biological Reviews*, 46, 315–339.
- Kendeigh, S. C. (1952). Parental care and its evolution in birds. Urbana, University Illinois Press.
- Klausnitzer, B. (1989). Verstädterung von Tieren. Neue Brehm-Bücherei, Wittenberg-Lutherstadt.
- Liker, A., Freckleton, R., Remeš, V., & Székely, T. (2015). Sex differences in parental care: Gametic investment, sexual selection, and social environment. *Evolution*, 69.
- Ludvig, E., Vanicsek, L., Torok, J., & Csorgo, T. (1995). Seasonal variation of clutch size in the European blackbird (*Turdus merula*): a new ultimate explanation. *Journal of Animal Ecology*, 64, 85–94.
- Luniak, M., Mulsow, R., & Walasz, K. (1990). Urbanization of the European blackbird — Expansion and adaptations of urban populations. Pp 187–198 in Luniak, M. (Ed.), *Urban Ecological Studies in Central and Eastern Europe; International Symposium Warsaw, Poland*. Polish Academy of Sciences, Warsaw.
- Magrath, R. D. (1992). Roles of egg mass and incubation pattern in the establishment of hatching hierarchies in the blackbird (*Turdus merula*). *The Auk*, 109, 474–487.
- Mainwaring, M., Deeming, D., Jones, C., & Hartley, I. (2014). Adaptive latitudinal variation in Common Blackbird (*Turdus merula*) nest characteristics. *Ecology and Evolution*, 4, 841–851.
- Martin, T. E. (2002). A new view of avian life-history evolution tested on an incubation paradox. *Proceedings. Biological Sciences*, 269(1488), 309–316.
- Martin, T. E., & Ghalambor, C. K. (1999). Males feeding females during incubation. I. Required by microclimate or constrained by nest predation? *The American Naturalist*, 153, 131–139.
- Matysioková, B., & Remeš, V. (2014). The importance of having a partner: male help releases females from time limitation during incubation in birds. *Frontiers in Zoology*, 11, 1–10.
- Møller, A. P., & Ibáñez-Álamo, J. D. (2012). Escape behaviour of birds provides evidence of predation being involved in urbanization. *Animal Behaviour*, 84, 341–348.



- Mulholland, T. I., Ferraro, D. M., Boland, K. C., Ivey, K. N., Le, M. L., LaRiccia, C. A., et al. (2018). Effects of experimental anthropogenic noise exposure on the reproductive success of secondary cavity nesting birds. *Integrative and Comparative Biology*, 58, 967–976.
- Nakagawa, S., Gillespie, D.O., Hatchwell, B.J., & Burke, T. (2007). Predictable males and unpredictable females: sex difference in repeatability of parental care in a wild bird population. *Journal of Evolutionary Biology*, 20, 1674–1681.
- Oring, L. W. (1982). Avian mating systems. Pages 1-92 in D. S. Farner, J. R. King, and K. C. Parkes (Eds.), *Avian biology*. Vol. 5. Academic Press, New York.
- Partecke, J., & Gwinner, E. (2007). Increased sedentariness in European Blackbirds following urbanization: a consequence of local adaptation? *Ecology*, 88(4), 882–890.
- Partecke, J., Gwinner, E., & Bensch, S. (2006). Is urbanisation of European blackbirds (*Turdus merula*) associated with genetic differentiation? *Journal of Ornithology*, 147(4), 549–552.
- Post, P., & Götmark, F. (2006). Foraging Behavior and Predation Risk in Male and Female Eurasian Blackbirds (*Turdus merula*) during the Breeding Season (Le Comportement de Quête Alimentaire et les Risques de Prédation chez *Turdus merula* au Cours de la Saison de Reproduction). *The Auk*, 123(1), 162–170.
- Prestes, T. V., Manica, L. T., & de Guaraldo, A. C. (2018). Behavioral responses of urban birds to human disturbance in urban parks at Curitiba, Paraná (Brazil). *Revista Brasileira de Ornitologia*, 26, 77–81.
- Remeš, V., Freckleton, R., Tökölyi, J., Liker, A., & Székely, T. (2015). The evolution of parental cooperation in birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112.
- Rohwer, V. G., & Purcell, J. R. (2019). Geographic variation in incubation behavior of a widely distributed passerine bird. *PloS One*, 14(8), e0219907.
- Skutch, A. F. (1957). The incubation patterns of birds. *International Journal of Avian Science*, 99, 69–93.
- Skutch, A. F. (1962). The constancy of incubation. *The Wilson Bulletin*, 74:115–152.
- Slagsvold, T., & Lifjeld, J. T. (1994). Polygyny in Birds: The Role of Competition between Females for Male Parental Care. *The American Naturalist*, 143(1), 59–94.
- Smiley, K. O. (2019). Prolactin and avian parental care: new insights and unanswered questions. *Hormones and Behavior*, 111, 114–130.

- van Dis, N., Spoelstra, K., Visser, M., & Dominoni, D. (2021). Color of Artificial Light at Night Affects Incubation Behavior in the Great Tit, *Parus major*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9.
- Wang, J. M., & Beissinger, S. R. (2011). Partial Incubation in Birds: Its Occurrence, Function, and Quantification. *The Auk*, 128, 454–466.
- Weidinger, K. (2008). Nest Monitoring Does Not Increase Nest Predation in Open-Nesting Songbirds: Inference from Continuous Nest-Survival Data. *The Auk*, 125(4), 859–868.
- Weidinger, K. (2009). Nest predators of woodland open-nesting songbirds in central Europe. *Ibis*, 151, 352–360.
- Weidinger, K., & Kočvara, R. (2009). Dept of Zoology and Laboratory of Ornithology, Faculty of Science, Palacky Univ., Tr Svobody 26, CZ–771 46 Olomouc, Czech Republic.
- Wesolowski, T. (1994). On the Origin of Parental Care and the Early Evolution of Male and Female Parental Roles in Birds. *The American Naturalist*, 143(1), 39–58.
- Wiebe, K., Wiehn, J., & Korpimäki, E. (1998). The onset of incubation in birds: can females control hatching patterns? *Animal Behaviour*, 55, 1043–1052.
- Witherby, H. F., Jourdain, F. C. R., Ticehurst, N. F., & Tucker, B. W. (1943). *The handbook of British birds: Vols 1–4.*
- Zheng, J., Komdeur, J., & Weissing, F. (2023). Effects of season length and uniparental care efficacy on the evolution of parental care. *Journal of Animal Ecology*.

## Přílohy

Příloha A. Příklady snímků z hodnocených záznamů inkubačního chování kosa černého



1) Inkubující samice



2) Absence samice na hnízdě



3) Inkubační krmení

## Příloha B. Návštěvy jiných druhů

Hnízda pěvců jsou často navštěvována jinými druhy pěvců a potenciálními predátory – dravými ptáky nebo savci. V průběhu pozorování jsem zaznamenala návštěvy pěnice černohlavé (*Sylvia atricapilla*) a vrabce domácího (*Passer domesticus*) u některých hnízd v době absence samice. Tyto druhy mohly navštívit jedno hnízdo opakovaně během jednoho dne, nebo se vyskytovat v blízkosti hnízda po delší dobu. Pravděpodobně šlo o hledání potravy.

Některá hnízda v noci byly poměrně často navštěvována drobnými savci. Nicméně samice nikdy nebyla vyplašena z hnízda. Drobní savci, kteří jsou příležitostnými predátory ptačích hnízd, mají omezené možnosti napadnout aktivní hnízda, neboť se potýkají s obranou rodičů (Weidinger 2009). Kos černý je dostatečně velký druh a schopný se bránit, což znesnadňuje malým savcům predaci na aktivních hnízdech. Všechny samice byly schopné úspěšně odehnat tyto predátory a ochránit svá hnízda.

Vejde kosa černého se často stávají obětí sojky obecné (*Garrulus glandarius*) a straky obecné (*Pica pica*), zatímco mláďata v hnízdech napadá i krahujec obecný (*Accipiter nisus*) (Bent 1949; Weidinger 2009). Hnízda jsou často napadána, když samice opouští hnízdo ve snaze najít potravu (Post & Götmark 2006). Nejčastěji jsou napadena hnízda, která jsou lépe viditelná pro predátory (Cresswell 1997). Naopak vokalizace mláďat kosů černých neměla vliv na míru predace a tato hnízda byla napadána ve stejné míře, jako nápadná hnízda bez mláďat (Cresswell 1997).

Během pozorování jsem zaznamenala návštěvu straky obecné v odpoledních hodinách, při které byla samice vyplašena z hnízda. V tomto případě nebyla zjištěna predace vajec ani samice; šlo pouze o krátkodobou návštěvu. Jedním z možných důvodů, proč nedošlo k predaci, může být přítomnost člověka v blízkosti hnízda, neboť se jednalo o lokalitu v urbánním prostředí. Přítomnost pozorovatele by mohla potenciálního predátora, jako je straka obecná, vyplašit a odradit od plánovaného útoku na vejce (Weidinger 2008). Nelze zcela vyloučit možnost, že straka obecná navštívila stejné hnízdo v jiný den inkubace, kdy už mohlo dojít k predaci, a to proto, že hnízdo bylo již odhaleno. Krkavcovití ptáci disponují paměťovou schopností, což by mohlo vést k opakovaným návštěvám (Weidinger & Kočvara 2009). Tato možnost je doposud nedostatečně zdokumentována.

## Příloha C. Pedagogická část

Téma inkubačního chování ptáků lze začlenit do výuky na středních školách v rámci rozšiřujícího učiva pro biologii, přírodovědu a ekologii. Cílem je rozšířit znalosti studentů o chování ptáků, podpořit zájem o biologii a vědecké disciplíny. Dalším důležitým aspektem je výchova k ochraně přírody a udržitelnému životnímu prostředí.

V rámci výuky lze využít modelový druh kosa černého, jelikož se jedná o běžný druh hnízdící hojně ve městech. Nicméně lze využít i další druhy ptáků pro pozorování inkubace, například vrabce domácího (*Passer domesticus*), sýkoru modřinku (*Cyanistes caeruleus*) nebo sýkoru koňadru (*Parus major*).

Jelikož terénní pozorování hnízd v okolí školy by nebylo vhodné z důvodu časového omezení a ovlivnění výsledků přítomností pozorovatelů, lze využít metodu pozorování pomocí kamery, která nepřetržitě natáčí proces inkubace. Studenti by tak mohli systematicky sledovat ptáky, zaznamenávat jejich chování a následně analyzovat data. Získaná data lze potom porovnávat, hledat zákonitosti a zkoumat chování v závislosti na vnějších faktorech. Tato aktivita umožňuje rozvíjet klíčové dovednosti, jako je pozorování, sběr dat a analýza.

### Struktura vyučovací hodiny

Téma: Vliv počasí na inkubační chování kosa černého

Cílová skupina: Studenti středních škol (13 až 19 let)

Začlenění do předmětu: Biologie, přírodověda, environmentální výchova

Forma výuky: Interaktivní výuka, založená na kombinaci teorie a praktických aktivit

Cíl: Studenti rozumí adaptabilitě ptáků na různé klimatické podmínky a jejich strategiím při hnízdění

Postup:

#### 1. Úvod do tématu

Představení tématu a jeho důležitosti ve studiu ptáků a ekologie; vymezení cílů výuky a očekávaných výstupů.

#### 2. Teoretická část

Představení inkubačního chování ptáků a jeho významu pro reprodukci pomocí prezentací; diskuze o vlivu počasí na inkubační chování; předvedení analýzy videozáznamů jako metody studia inkubačního chování.

### 3. Praktická část

1) Rozdělení studentů do skupin po 2-3 pro analýzu video záznamu a následné zpracování pracovního listu. Video záznamy jsou předem nachystány vyučujícím a zahrnují celodenní záznamy jednoho hnízda ve dvou dnech inkubaci. První den je natáčen za slunečného počasí a druhý den za deště.



2) Pracovní listy budou zpracovány do společné tabulky v Excelu. Studenti budou společně vyhodnocovat data a hledat souvislosti mezi počasím a chováním ptáků.

### 4. Diskuze a závěr

Shrnutí klíčových poznatků a zjištění z praktické části; diskuze o výsledcích a jejich možném vlivu na život ptáků. Učitel pokládá otázky:

- 1) Jak se lišilo inkubační chování samice v závislosti na klimatických podmínkách?
- 2) Trávila samice více času v hnízdě při deštivém nebo slunečném počasí?
- 3) Jaké další faktory bychom mohli zohlednit při analýze video záznamů a hledání souvislostí mezi chováním ptáků a počasím?

## Pracovní list

Počasí	Přilet	Odlet	Přítomnost	Absence
 / 	4:54:03			0:18:18
...atd	5:12:21	5:35:15	0:22:54	
<b>Celkem</b>			<b>10:58:21</b>	<b>2:54:12</b>

 – sluneční počasí

 – deštivé počasí

Přítomnost – samice je v hnízdě, inkubuje vejce

Absence – samice není v hnízdě, neinkubuje vejce

Doplňující otázky:

- 1) Navštěvoval samec hnízdo během pozorování?
- 2) Zaznamenali jste inkubační krmení?
- 3) Vyskytovali se jiní ptáci v okolí hnízda?